

УДК 62-541.45

КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОВЫХ БЛОКОВ ГЕНЕРАТОРОВ ВЛАЖНОГО ГАЗА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ

И.Н. Лазовик, Р.И. Лазовик, Н.П. Якимов

*Восточно-Сибирский филиал ФГУП «ВНИИФТРИ», Иркутск, Россия,
lin@vniiftri-irk.ru*

Аннотация. В статье описан один из вариантов конструкции газового блока генератора влажного газа, построенного на основе метода двух давлений. Для упрощения конструкции и повышения надёжности работы газовой схемы предлагается использовать электропневматический преобразователь давления.

Ключевые слова: гигрометрия, генератор влажного газа, метод двух давлений, электропневматический преобразователь давления.

DESIGN OF GAS BLOCKS OF WET GAS GENERATORS AND PROPOSALS FOR THEIR IMPROVEMENT

I.N. Lazovik, R.I. Lazovik, N.P. Yakimov

*East-Siberian branch of FSUE "VNIIFTRI", Irkutsk, Russia,
lin@vniiftri-irk.ru*

Annotation. The article describes one of the design options for the gas block of the wet gas generator, built on the basis of the two-pressure method. To simplify the design and increase the reliability of the gas circuit, it is proposed to use an electro-pneumatic pressure transducer.

Key words: hygrometry, wet gas generator, two-pressure method, electro-pneumatic pressure transducer.

В настоящее время современный уровень развития гигрометрии определяется, в основном, двумя факторами: запросами потребителей и состоянием методов и средств измерения влажности газов и их элементной базы.

В различных отраслях промышленности эксплуатируется большое количество гигрометров, внесённых в государственный реестр средств измерений, имеющих различную конструкцию и требующих ежегодного метрологического обслуживания.

В Восточно-Сибирском филиале ФГУП «ВНИИФТРИ» разработаны и используются для поверки и калибровки средств измерения влажности газов генератор влажного газа эталонный «Север-3» и стационарный генератор «Сарма». Основные метрологические характеристики данных генераторов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Наименование генератора	
	«Сарма»	«Север-3»
Диапазон воспроизводимых значений единиц влажности: – относительная влажность газа, %;	от 5 до 98	от 1 до 98
– объёмная доля влаги в газе, млн ⁻¹ ;	от 0,5 до 150 000	от 5 до 23 000
– температура точки росы/инея, °С	от минус 80 до плюс 60	от минус 70 до плюс 20
Погрешность воспроизводимых значений единиц влажности: – относительной влажности в диапазоне от 5 до 98 %, не более	±0,25	±1
– объёмной доли влаги, (относительная), %, не более	±1,5	±2,5
– температуры точки росы/инея (абсолютная), °С, не более	±0,15	±0,5

Генератор влажного газа «Север-3» предназначен для поверки и калибровки гигрометров погружного и проточного типов. В основу работы генератора положен метод смешения потоков сухого и влажного газов в термостатируемой камере смешения с последующей подачей в рабочую камеру для погружных гигрометров или на вход газа проточного гигрометра.

Значения единиц влажности генератор «Север-3» воспроизводит в 10 точках. Формирование и дозирование потоков сухого и влажного газов производятся системой электропневмоклапанов и дросселей, которые управляются кнопочными переключателями на лицевой панели генератора.

Принцип действия генератора «Сарма» основан на абсолютных методах воспроизведения значений величин влажности газов, которые подробно изложены в [1, 4]. Остановимся более подробно на методе двух давлений. Данный метод положен в основу работы генератора «Сарма» в диапазоне положительных температур.

Метод двух давлений

Его сущность состоит в насыщении газа влагой при повышенном давлении и стабильной температуре с последующим дросселированием до давления первичного преобразователя поверяемого гигрометра. Данный метод основан на том, что давление насыщенного водяного пара в насытителе зависит только от температуры. Конструктивно насытитель представляет собой стальной цилиндр, заполненный водой и имеющий некоторые конструктивные особенности [2]. Поступающий в него газ при барботировании увлажняется до 100 %.

При выходе газа из насытителя его объём увеличивается пропорционально понижению давления, а влажность уменьшается пропорционально значению, полученному при насыщении, из чего следует, что чем выше давление в насытителе, тем ниже влажность парогазовой смеси на выходе из генератора.

Расчёт относительной влажности газовой смеси (φ , %) при выходе из генератора определяется по формуле:

$$\varphi = \frac{(P_a + \Delta P)}{(P_n + P_a)} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где P_a — атмосферное давление, Па; ΔP — избыточное давление газа в рабочей камере, Па; P_n — избыточное давление в насытителе, Па.

Как правило, в зависимости от конструкции насытителя и рабочей камеры в (1) могут добавляться поправочные коэффициенты [2].

Для определения абсолютной влажности (объёмная доля влаги, B млн⁻¹) используется формула:

$$B = B_n \cdot \frac{P_0}{(P_n + P_a)}, \quad (2)$$

где P_0 — нормальное атмосферное давление, равное 101300 Па; B_n — справочное значение характеристик насыщенного водяного пара [5] для значения температуры термостатирования насытителя, Па.

На рис. 1 показана газовая схема, реализованная в конструкции генератора «Сарма».

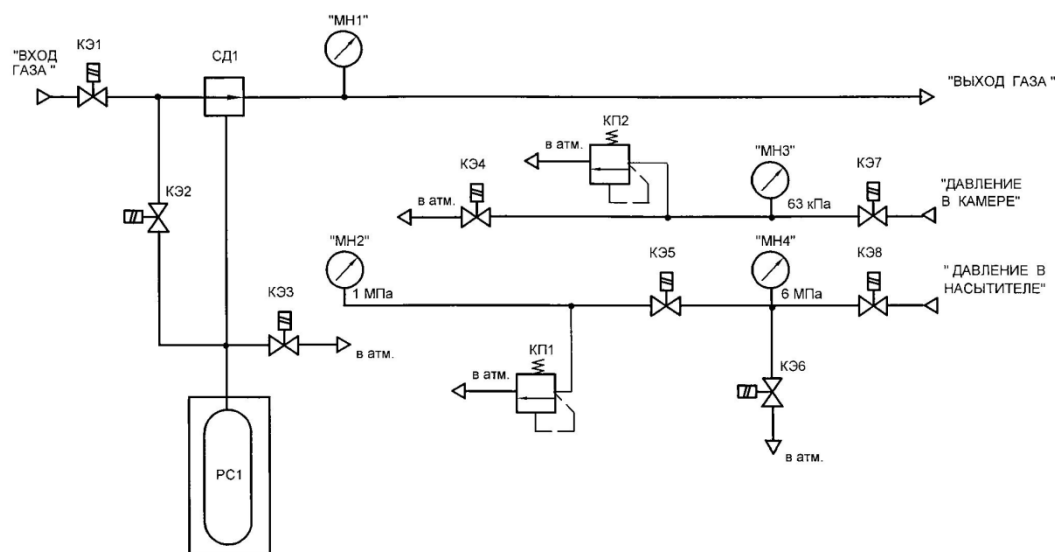


Рис. 1. Газовая схема: КЭ 1...КЭ 8 — электромагнитные клапаны; СД 1 — стабилизатор давления; РС 1 — резонанс; МН 1 — манометр типа ТМ 2; МН 2...МН 4 — измерительные модули давления; КП 1, КП 2 — предохранительные клапаны

Для обеспечения стабильного значения давления, подаваемого на вход газа, после входного клапана КЭ 1 установлен стабилизатор давления СД 1, конструкция которого показана на рис. 2.

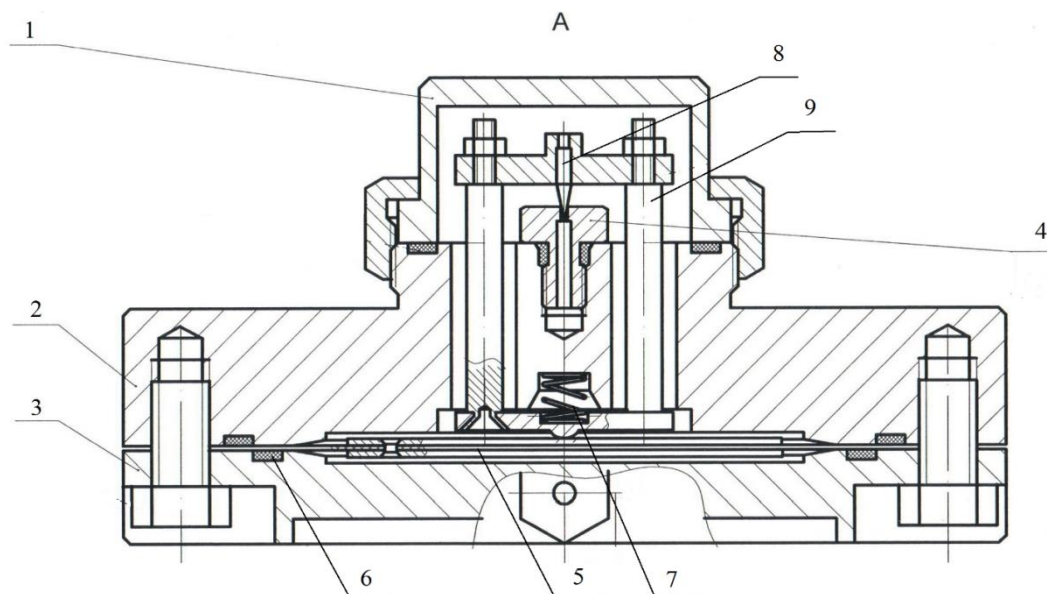


Рис. 2. Стабилизатор давления. Сечение А:
1 — крышка; 2 — корпус; 3 — основание; 4 — сопло; 5 — мембрана;
6 — прокладка; 7 — пружина; 8 — игла; 9 — регулятор

Стабилизатор давления конструктивно состоит из крышки 1, корпуса 2 и основания 3. Между корпусом и основанием находится мембрана, на которой жёстко закреплён корпус регулятора 9 с иглой 8.

В подмембранное пространство стабилизатора подаётся газ из ресивера, давление в котором стабилизировано. При изменении давления в подающей магистрали за счёт перемещения регулятора с иглой осуществляется стабилизация давления.

Конструктивно элементы газовой схемы размещены в отдельном блоке, общий вид которого показан на рис. 3.

Недостатком данной схемы является наличие большого количества электропневматических клапанов.

В настоящее время разработаны и широко используются электропневматические преобразователи высокого давления типа ПТХ2000 [6], предназначенные для преобразования электрического управляющего сигнала в пропорциональное по величине давление на выходе.

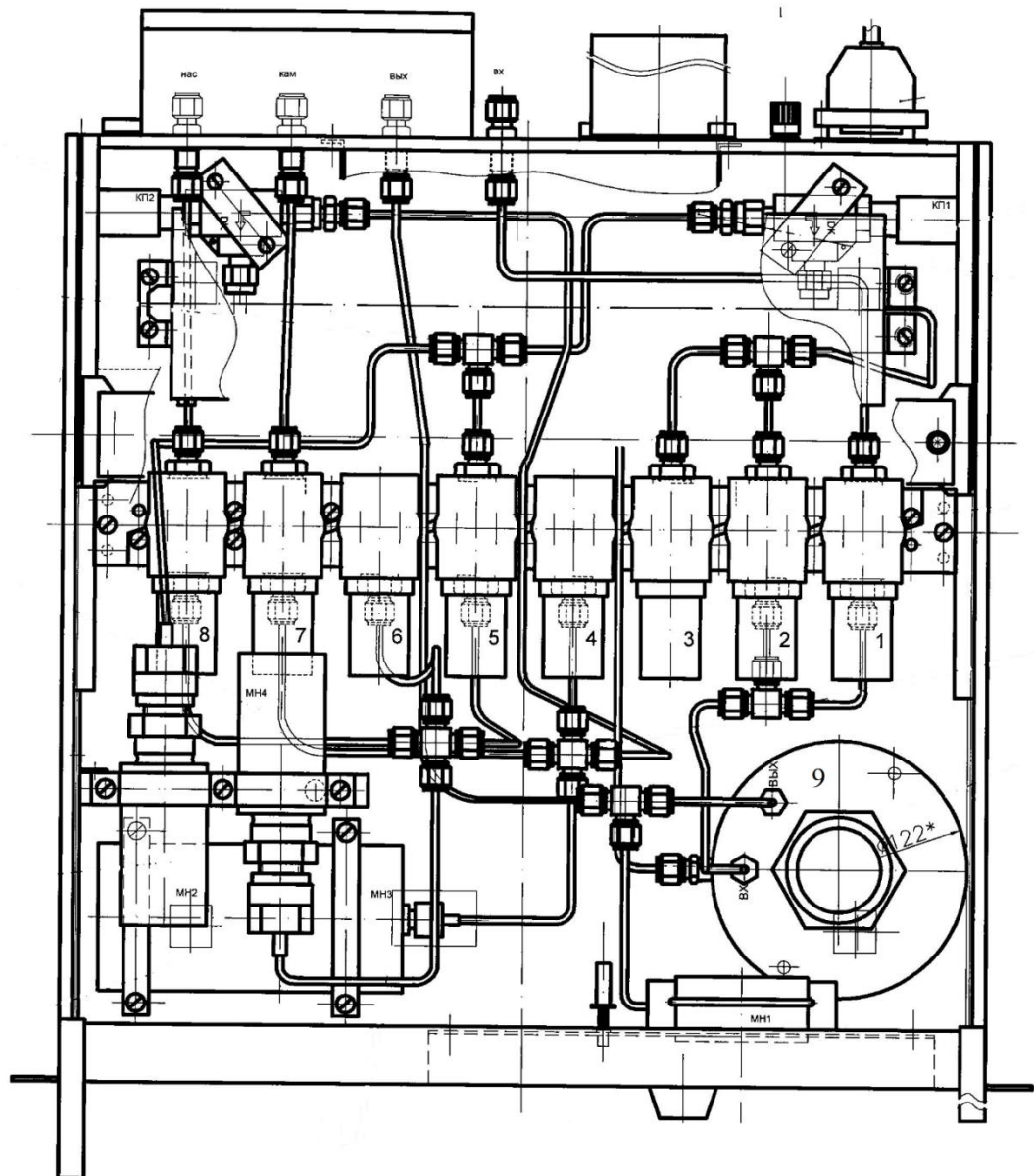


Рис. 3. Газовый блок: 1–8 — электропневматические клапаны;
9 — стабилизатор давления; КП 1, КП 2 — предохранительные клапаны;
МН 2, МН 3, МН 4 — измерительные модули давления

Технические характеристики основных типов электропневматических преобразователей производства ООО «ЭС ЭМ СИ Пневматик» приведены в таблице 2.

Таблица 2

Технические характеристики

Характеристика	Наименование		
	ITVH	ITVX2000	EIT1000
Минимальное рабочее давление на входе, МПа	0,5	0,5	0,5
Максимальное рабочее давление на входе, МПа	3	5	0,005
Диапазон регулирования, МПа	0,2...2	0,01...3	0,005...0,1
Максимальный расход, л/мин	3000	3000	40

Таким образом, использование в конструкции газовых схем электропневматических преобразователей позволит значительно упростить конструкцию и повысить надёжность работы газовой схемы.

Список литературы

1. Берлинер М.А. Измерения влажности. — М.: Энергия, 1978.
2. Паспорт 5К2.844.067 ТУ. Генератор влажного газа образцовый динамический «Родник-2». — 1982.
3. Дубовиков Н.И. и др. Погрешности генератора влажного газа на методе двух давлений // Измерительная техника. — 1985. — № 7.
4. Соков И.А. Метрологическое обеспечение гигрометрии. Серия «Информационное обеспечение общесоюзных научно-технических программ. — М.: ВНИИКИ, 1987. — 53 с.
5. Психрометрические таблицы / Гл. геофиз. обсерватория им. А.И. Воейкова; сост. Д. П. Беспалов и др. — 2-е изд., испр. и доп. — Л.: Гидрометеиздат, 1981. — 270 с.
6. Компоненты пневмоавтоматики. Каталог С 6. Краткая версия. — ООО «ЭС ЭМ СИ Пневматик», 2017.

Статья поступила в редакцию: 10.09.2021 г.

Статья прошла рецензирование: 17.09.2021 г.

Статья принята в работу: 24.09.2021 г.